

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-31751

(43)公開日 平成8年(1996)2月2日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 01 L 21/205  
C 23 C 16/50  
C 23 F 4/00

識別記号 庁内整理番号  
A 9352-4K

F I

技術表示箇所

H 01 L 21/302

B

F

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全7頁) 最終頁に統く

(21)出願番号 特願平6-163470

(71)出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(22)出願日 平成6年(1994)7月15日

(72)発明者 金尾 寛人

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72)発明者 新井 宏和

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

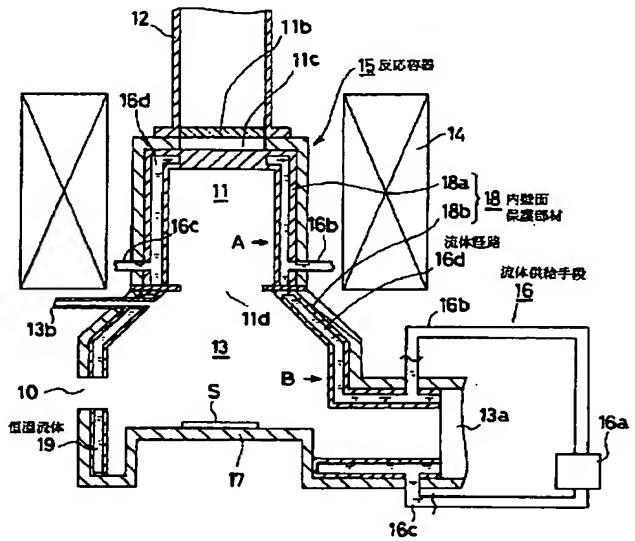
(74)代理人 弁理士 井内 龍二

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57)【要約】

【構成】 反応容器15内壁面の全面をプラズマ等圧気から保護するための内壁面保護部材18が反応容器15内に配設されたプラズマ処理装置において、内壁面保護部材18の内部に流体経路16dが形成され、流体経路16dに恒温流体19を供給する流体供給手段16を備えているプラズマ処理装置。

【効果】 内壁面保護部材18と恒温流体19との間の熱交換が直接的に効率よく行なわれるため、また恒温流体19の温度と循環量とを制御することにより内壁面保護部材18を一定温度に保つことができ、内壁面保護部材18の温度を容易に均一化することができる。このため、内壁面保護部材18と付着物との間の熱膨張係数差によって生じる熱応力を緩和させることができ、内壁面保護部材18の表面に付着した付着物の剥離を最小限に抑制することができる。したがってパーティクルによる試料Sの汚染を少なくすることができ、汚染に起因するウエハの品質低下を軽減することができ、しかもプラズマ処理装置の稼動率の向上を図ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反応容器内壁面の全面もしくは一部をプラズマ雰囲気から保護するための内壁面保護部材が反応容器内に配設されたプラズマ処理装置において、少なくともプラズマ生成部側に存在する前記内壁面保護部材の内部に流体経路が形成され、該流体経路に恒温流体を供給する流体供給手段を備えていることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はプラズマ処理装置に関し、より詳細には試料に対してエッティング、薄膜形成等のプラズマ処理を施すためのプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ドライ処理プロセスは、LSI製作時に必要とされる高精細なパターン形成工程の中で用いられ、ドライ処理を行うための装置のひとつとして、マイクロ波を用い、電子サイクロトロン共鳴（ECR：Electron Cycrotron Resonance）を利用したプラズマ処理装置がある。

【0003】 ECR励起によりプラズマを発生させる装置は、低ガス圧力下において活性度の高いプラズマを生成させることができ、イオンエネルギーの広範囲な選択が可能であり、また大きなイオン電流が得られ、イオン流の指向性、均一性に優れる等の利点を有しているため、高集積半導体素子等の製造に欠かせないものとしてその研究開発が進められている。

【0004】 図6は従来のECR励起を利用するプラズマ処理装置を概略的に示した断面図であり、図中31はプラズマ生成室を示している。プラズマ生成室31の上部壁中央には石英ガラス板31bを用いて封止されたマイクロ波導入口31cが形成されており、マイクロ波導入口31cには他端が図示されていないマイクロ波発振器に接続された導波管32の一端が接続されている。さらにプラズマ生成室31の下部壁中央には、マイクロ波導入口31cと対向する箇所にプラズマ引き出し窓31dが形成されており、プラズマ引き出し窓31dに臨ませて試料室33が配設されている。プラズマ生成室31及びこれに接続された導波管32の一端部にわたる周囲には、これらを囲繞する態様でこれらと同心状に励磁コイル34が配設されている。

【0005】 試料室33内にはプラズマ引き出し窓31dと対向する箇所に載置台37が配設され、載置台37上には、試料室33の側壁に開口された搬入口30から搬入されるウエハ等の試料Sが、静電吸着等の手段を用いて着脱可能に載置され、試料室33の下部側壁には、図示しない排気装置に接続された排気口33aが形成されている。また、図中33bは試料室33に連通するガス供給系を示している。

## 2

【0006】 プラズマ生成室31の内周壁にはベルジャ38aが配設されており、また、プラズマ引き出し窓31dが開口された上部壁を除く試料室33の内周壁には防着部材38bが配設され、これらベルジャ38a及び防着部材38bから内壁面保護部材38が構成されている。これらベルジャ38a及び防着部材38bは、プラズマ生成室31及び試料室33を構成する反応容器35の内周壁にプラズマが直接照射されることによって生ずる重金属汚染を防止することを目的としており、内壁面保護部材38の材料としては石英ガラスやアルミニウム（以下A1と記す）等が用いられている。

【0007】 このように構成されたプラズマ処理装置を用い、試料SにエッティングやCVD等のプラズマ処理を施す場合、まずプラズマ生成室31及び試料室33内を所要の真空度に設定した後、反応容器35内にガス供給管33bからガスを供給し、励磁コイル34に直流電流を流して磁界を形成しつつ、マイクロ波導入口31cを通じてプラズマ生成室31内にマイクロ波を導入し、プラズマ生成室31を空洞共振器としてガスを共鳴励起させ、プラズマを生成させる。励磁コイル34により形成され、試料室33側に向かうにしたがって磁束密度が低下する発散磁界により、生成したプラズマは試料室33内の試料S周辺に投射され、これにより試料S表面がプラズマ処理される。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上記したプラズマ処理装置においては、ウエハのプラズマ処理枚数を重ねるごとに、プラズマ処理中に生成した物質が内壁面保護部材38に付着し、この付着物が厚くなると剥離してパーティクルとなり、試料Sの上に落下してプラズマエッティング時のエッティング不良やプラズマCVD時の成膜不良を起こす。これを避けるため、剥離量が多くなる前にプラズマ処理装置を停止し、内壁面保護部材38の洗浄または交換を行っているが、LSIを作製する場合、この作業が装置の稼動率を下げ、生産性の向上の妨げになっている。このため、装置の連続稼動時間の延長（連続処理枚数の増大）が要求されている。

【0009】 この対策の一つとして、内壁面保護部材38の外側に加熱ヒータ等を配設し、パワー等の制御により内壁面保護部材38を一定温度にする方法が採られている。

【0010】 図7は内壁面保護部材38に加熱手段39が配設されたプラズマ処理装置の模式的断面図である。内壁面保護部材38の外側には電気抵抗体39aが配設されており、電力導入端子39bから電気抵抗体39aに電力が供給されるとジュール熱が発生する。このジュール熱により、内壁面保護部材38が加熱される。こうしたプラズマ処理装置は、内壁面保護部材38と付着物との間の熱膨張係数差によって生じる熱応力を減少させることにより、付着物の膜にき裂が発生し、これが剥離

してパーティクルになるのを防止しようとするものである。

### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、プラズマによる発生熱のためプラズマ生成室31、試料室33内の温度は不均一になり易く、多くの箇所の温度を測定してパワー制御を行なっても内壁面保護部材38の温度を均一化することが難しいという課題があった。また、パワーをオフしてもプラズマ照射により内壁面保護部材38の温度が上昇する場合もあり、また、プラズマ非処理時には内壁面保護部材38の温度は下がり内壁面保護部材38の温度を一定にすることが難しいという課題があった。

【0012】本発明はこのような課題に鑑みなされたものであり、内壁面保護部材のあらゆる箇所における温度を容易に均一化して一定にすることができる、プラズマ処理によって生じる付着物が前記内壁面保護部材から剥離するのを防ぎ、パーティクルの発生に基づくウエハの品質低下を防ぐことができ、しかも装置の稼動率を向上させることができるとすることができるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

### 【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明に係るプラズマ処理装置は、反応容器内壁面の全面もしくは一部をプラズマ雰囲気から保護するための内壁面保護部材が反応容器内に配設されたプラズマ処理装置において、少なくともプラズマ生成部側に存在する前記内壁面保護部材の内部に流体経路が形成され、該流体経路に恒温流体を供給する流体供給手段を備えていることを特徴としている。

### 【0014】

【作用】本発明に係るプラズマ処理装置によれば、少なくともプラズマ生成部側に存在する前記内壁面保護部材の内部に流体経路が形成され、該流体経路に恒温流体を供給する流体供給手段を備えているので、前記内壁面保護部材と前記恒温流体との間の熱交換が直接的に効率よく行なわれ、また、前記恒温流体の温度と循環量とを制御することにより前記内壁面保護部材が一定温度に保たれ、前記内壁面保護部材の温度が容易に均一化される。このため、前記内壁面保護部材と付着物との間の熱膨張係数差によって生じる熱応力が緩和され、前記内壁面保護部材の表面に付着した付着物の剥離が抑制されることとなる。したがってパーティクルによるウエハの汚染が減少し、汚染に起因するウエハの品質低下が軽減され、またプラズマ処理装置の稼動率の向上が図られる。

### 【0015】

【実施例及び比較例】以下、本発明に係るプラズマ処理装置の実施例を図面に基づいて説明する。図1は実施例に係るプラズマ処理装置を模式的に示した断面図であり、図中11はプラズマ生成室を示している。プラズマ

生成室11の上部壁中央には石英ガラス板11bを用いて封止されたマイクロ波導入口11cが形成されており、マイクロ波導入口11cには他端が図示されていないマイクロ波発振器に接続された導波管12の一端が接続されている。さらにプラズマ生成室11の下部壁中央には、マイクロ波導入口11cと対向する箇所にプラズマ引き出し窓11dが形成されており、プラズマ引き出し窓11dに臨ませて試料室13が配設されている。プラズマ生成室11及びこれに接続された導波管12の一端部にわたる周囲には、これらを囲繞する態様でこれらと同心状に励磁コイル14が配設されており、プラズマ生成室11及び試料室13は反応容器15により構成されている。

【0016】試料室13内にはプラズマ引き出し窓11dと対向する箇所に、載置台17が配設され、載置台17上には、試料室13の側壁に開口された搬入口10から搬入されるウエハ等の試料Sが、静電吸着等の手段を用いて着脱可能に載置され、試料室13の下部側壁には、図示しない排気装置に接続される排気口13aが形成され、試料室13にはガス供給管13bが接続されている。

【0017】プラズマ生成室11の内周壁には不透明石英ガラスを用いて形成されたベルジャ18aが配設されており、またプラズマ引き出し窓11dが開口された試料室13の上部壁を除く試料室13の内周壁には、同じく不透明石英ガラスを用いて形成された防着部材18bが配設され、これらベルジャ18a及び防着部材18bにより内壁面保護部材18が構成されている。この内壁面保護部材18の内部には恒温流体19を通流させる流体経路16dが形成されており、流体経路16dには流体導入管16b、流体排出管16cの一端がそれぞれ脱着可能に接続されている。また流体導入管16b及び流体排出管16cの他端には恒温チラー16aが接続され、これら恒温チラー16a、流体導入管16b、流体排出管16cにより流体供給手段16が構成されており、恒温チラー16aを用いて所望の温度に保たれた恒温流体19が、所望の通流速度で流体経路16dを循環させられるようになっている。

【0018】このように構成されたプラズマ処理装置を用いて試料SにエッティングやCVD等のプラズマ処理を施す場合、まず所定の通流速度で恒温流体19を流体経路16d内に循環させ、内壁面保護部材18が一定温度となるように制御する。次に載置台17に試料Sを載置した後、プラズマ生成室11及び試料室13内を所要の真空中に設定し、ガス供給管13bを通じて反応容器15内にガスを供給し、励磁コイル14に直流電流を流して磁界を形成しつつマイクロ波導入口11cを通じてプラズマ生成室11内にマイクロ波を導入し、プラズマ生成室11を空洞共振器としてガスを共鳴励起させ、プラズマを生成させる。励磁コイル14への通電によりプラ

ズマ生成室11のほぼ全域にわたって試料室13側に向かうにしたがい磁束密度が低下する発散磁界が一様に形成され、この発散磁界により試料Sにプラズマが均一な密度で投射される。そして試料S表面のプラズマ処理が終了すると、マイクロ波及びガスの導入を停止してプラズマを切り、試料Sを交換する。上記処理を繰り返す間、内壁面保護部材18の温度を常に一定に保つことができる。

【0019】図2は本発明に係るプラズマ処理装置の別の実施例を示す断面図であり、図1と同一機能を有する部品には同一の符号を付すものとする。図2において、マイクロ波導入口11cと接する上部壁を除くプラズマ生成室11の内周壁にはA1などの金属を用いて形成されたベルジャ28aが配設されており、またプラズマ引き出し窓11dが開口された上部壁を除く試料室13の内周壁には、同じくA1などの金属を用いて形成された防着部材28bが配設され、これらベルジャ28a及び防着部材28bにより内壁面保護部材28が構成されている。内壁面保護部材28と反応容器15の内周壁との間には所定距離が確保されており、この空間が恒温流体19を通流させる流体経路16dとなっている。流体経路16dには流体導入管16b、流体排出管16cの一端がそれぞれ脱着可能に接続されている。また流体導入管16b及び流体排出管16cの他端には恒温チラー16aが接続されている。

【0020】上記構成においては、内壁面保護部材28のマイクロ波導入口11cに接する部分に孔11eが形成されることにより、内壁面保護部材28がA1などの金属によって形成される場合においてもマイクロ波の透過が妨げられることなく、結果として図1に示すプラズマ処理装置と同様の効果を得ることができる。

【0021】図3は実施例1及び比較例に係るプラズマ処理装置を用いて試料Sにエッティング処理を行った場合のプラズマ照射時間と内壁面保護部材18の温度変化との関係を示すグラフである。比較例に係るプラズマ処理装置としては図7に示したプラズマ処理装置を用いて実験を行った。内壁面保護部材18、38の温度は、図1、図7に示す矢印A(プラズマ生成室内)、矢印B(反応室内)の部位において測定した値である。実線(1A、1B)は実施例におけるグラフを示し、点線(2A、2B)は比較例におけるグラフを示している。

【0022】エッティングにはC<sub>12</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの混合ガスを用い、該混合ガスの流量は、C<sub>12</sub>ガス/O<sub>2</sub>ガスが50/8 sccmであり、混合ガス圧力は1.5 mTorrとした。マイクロ波パワーは1.5 kWとし、RFパワーは50Wとし、試料Sとしてはポリシリコン膜付きの直径が6インチのウエハを用い、また恒温流体19にはシリコンオイルを使用した。また、予め内壁面保護部材18、38を80℃に設定した上で実施例、比較例の両実験を行い、実施例においては恒温流体

19の温度を85℃に設定し、比較例においては内壁面保護部材38を80℃に設定するべく加熱手段39により調整を行った。

【0023】図3から明らかなように、曲線1Aは曲線2Aよりも、曲線1Bは曲線2Bよりもそれぞれ温度上昇率が低く、特に曲線1Aは曲線2Aと比較し、温度上昇が著しく抑制されていることがわかる。また、曲線1A、曲線1Bにおいては特にプラズマ照射時間40分経過時以降の温度がほぼ一定となっている。これにより、実施例1に係るプラズマ処理装置によれば、プラズマ生成室11内及び反応室13内の内壁面保護部材18の温度変化を抑制することができ、特にプラズマ生成室11内においてはその効果が著しいことがわかった。

【0024】図4は実施例(図1)に係るプラズマ処理装置を用い、試料Sにエッティング処理を施した場合のウエハ処理枚数とパーティクルの増加数との関係を示したグラフであり、図5は比較例(図7)に係るプラズマ処理装置を用い、試料Sにエッティング処理を施した場合のウエハ処理枚数とパーティクル増加数との関係を示したグラフである。横軸はウエハの処理枚数を示しており、縦軸は直径0.3μm以上のパーティクル増加数を示している。エッティングにはC<sub>12</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの混合ガスを用い、該混合ガスの流量は、C<sub>12</sub>ガス/O<sub>2</sub>ガスが50/8 sccmであり、混合ガス圧力は1.5 mTorrとした。マイクロ波パワーは1.5 kWとし、RFパワーは50Wとし、試料Sとしてはポリシリコン膜付きの直径が6インチのウエハを用い、また恒温流体19にはシリコンオイルを使用した。パーティクル増加数の測定は、ウエハ10枚処理毎に、あらかじめパーティクル数を測定しておいたウエハを試料室13、33内に載置し、2分間保持した後、試料室13から取り出して測定を行なった。

【0025】図4、図5から明らかなように、実施例(図1)に係るプラズマ処理装置によれば、600枚処理後もパーティクル増加数は最大で約30個、また平均で約15個であり、ウエハ処理枚数の増加によるパーティクル増加数の極端な変化は見られなかった。これに対し、比較例(図7)に係るプラズマ処理装置によれば、パーティクル増加数は最大で約50個、また平均で約30個であり、ウエハ処理枚数約100個毎に前記パーティクル増加数のピークを迎えるという経時変化が発生している。このような経時変化は、プラズマのon-offと共に起こる内壁保護部材38の温度変化によるストレスで内壁保護部材38に付着した反応生成物が剥離しやすく、また該反応生成物の膜厚がある程度以上になると自重により多量に前記反応生成物が剥離し、突發的にパーティクル数が増加するために起こると考えられる。

【0026】これらの結果から明らかなように、本実施例に係るプラズマ処理装置においては、反応容器15の内壁面をプラズマ雰囲気から保護するための内壁面保護

部材18が反応容器15内に配設されたプラズマ処理装置において、内壁面保護部材18の内部に流体経路16dが形成され、流体経路16dに恒温流体19を供給する流体供給手段16が流体経路16dに接続されているので、内壁面保護部材18と恒温流体19との間の熱交換が直接的に効率よく行なわれるため、恒温流体19の温度と循環量とを制御することにより内壁面保護部材18を一定温度に保つことができ、内壁面保護部材18の温度を容易に均一化することができる。このため、内壁面保護部材18と付着物との間の熱膨張係数差によって生じる熱応力を緩和させることができ、内壁面保護部材18の表面に付着した付着物の剥離を最小限に抑制することができる。したがってパーティクルによる試料Sの汚染を少なくすることができます、汚染に起因するウエハの品質低下を軽減することができ、しかもプラズマ処理装置の稼動率の向上を図ることができます。

【0027】また、プラズマのon-offに関係なく内壁面保護部材18の温度が一定に保たれるため、内壁面保護部材18の温度変化による前記反応生成物の剥離を阻止してパーティクルの発生を確実に防止することができる。

【0028】上記実施例では恒温流体19にシリコンオイルを用いたが、別の実施例では加熱温度が約90℃以下の場合、恒温流体19に水を用いてもよい。

【0029】また、上記実施例ではプラズマエッティング装置の場合を示したが、別の実施例ではプラズマCVD装置等においても、恒温流体を所望の温度に設定することにより、上記実施例の場合と同様の効果を得ることができる。

【0030】

【発明の効果】以上詳述したように本発明に係るプラズマ処理装置にあっては、少なくともプラズマ生成部側に存在する前記内壁面保護部材の内部に流体経路が形成され、該流体経路に恒温流体を供給する流体供給手段を備えているので、前記内壁面保護部材と前記恒温流体との間の熱交換が直接的に効率よく行なわれるため、また恒温流体の温度と循環量とを制御することにより前記防着

部材を一定温度に保つことができ、前記内壁面保護部材の温度を容易に均一化することができる。このため、前記内壁面保護部材と付着物との間の熱膨張係数差によって生じる熱応力を緩和させることができ、前記内壁面保護部材の表面に付着した付着物の剥離を最小限に抑制することができる。したがってパーティクルによる試料Sの汚染を少なくすることができます、汚染に起因するウエハの品質低下を軽減することができ、しかもプラズマ処理装置の稼動率の向上を図ることができます。

#### 10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマ処理装置の実施例を示した模式的断面図である。

【図2】本発明に係るプラズマ処理装置の別の実施例を示した模式的断面図である。

【図3】実施例及び比較例に係るプラズマ処理装置を用いて試料Sにプラズマ処理を施した場合の、プラズマ照射時間と内壁面保護部材の温度変化との関係を示したグラフである。

20 【図4】実施例に係るプラズマ処理装置を使用し、内壁面保護部材の温度を80℃に設定して試料Sにエッティング処理を施した場合における、ウエハ処理枚数とパーティクル增加数との関係を示したグラフである。

【図5】比較例に係るプラズマ処理装置を使用し、内壁面保護部材の温度を80℃に設定して試料Sにエッティング処理を施した場合における、ウエハ処理枚数とパーティクル增加数との関係を示したグラフである。

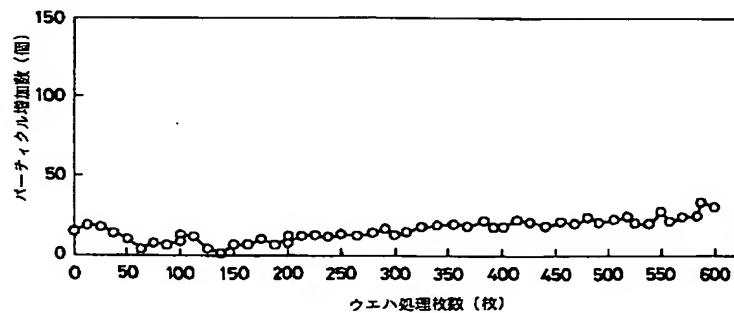
【図6】従来のプラズマ処理装置を示した模式的断面図である。

30 【図7】プラズマ処理装置の別の従来例を示した模式的断面図である。

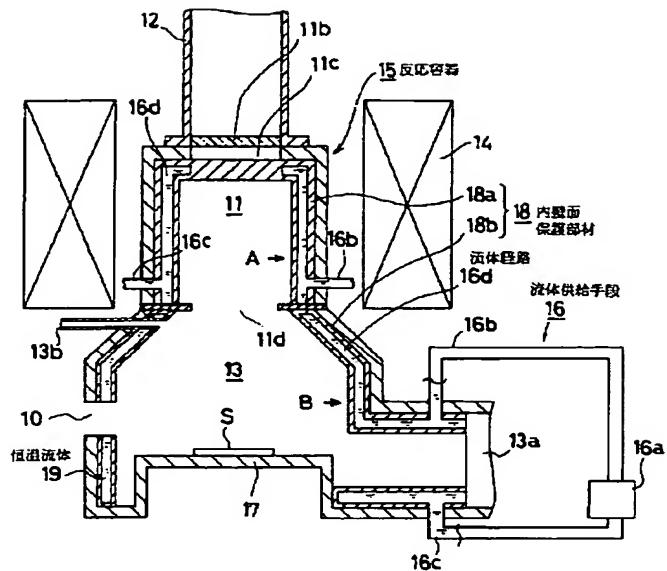
#### 【符号の説明】

- 11 プラズマ生成室
- 13 試料室
- 15 反応容器
- 16 流体供給手段
- 18 内壁面保護部材
- 19 恒温流体

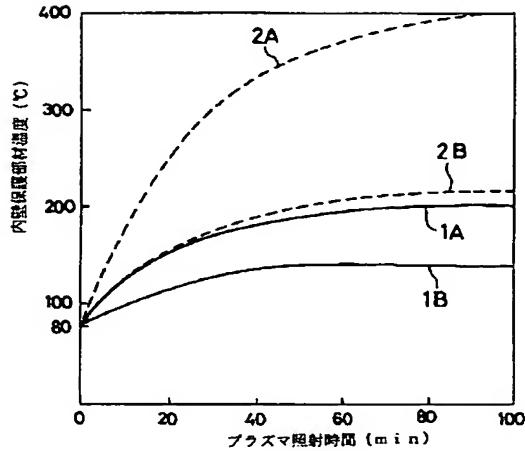
【図4】



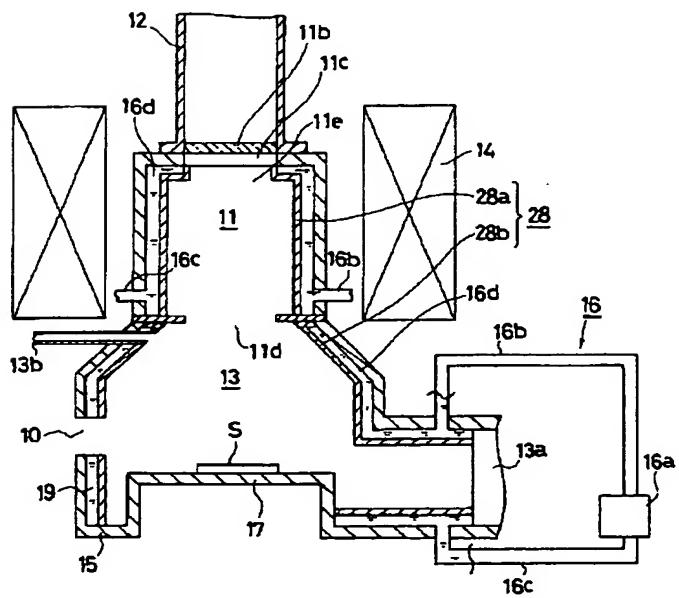
【圖 1】



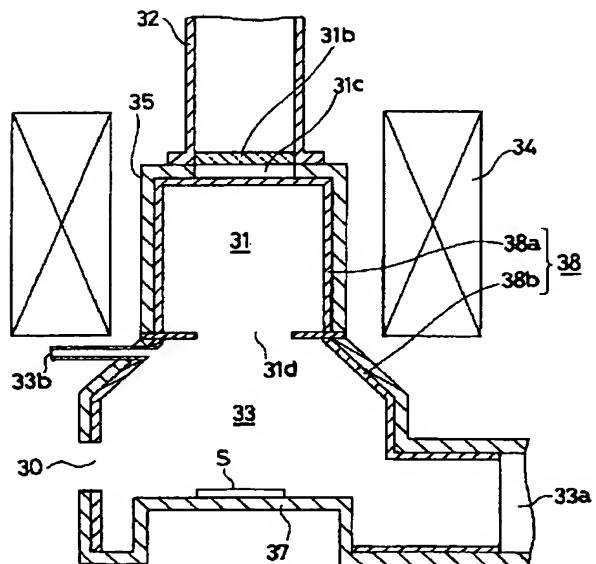
[図3]



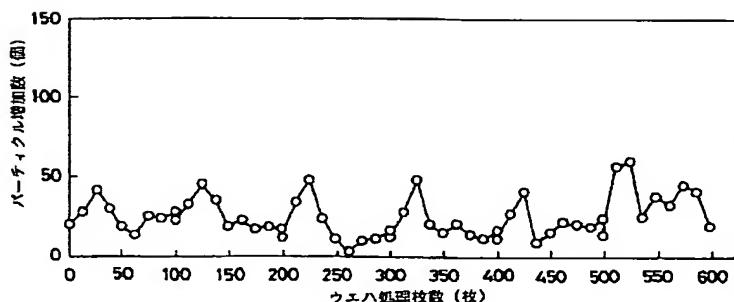
【图2】



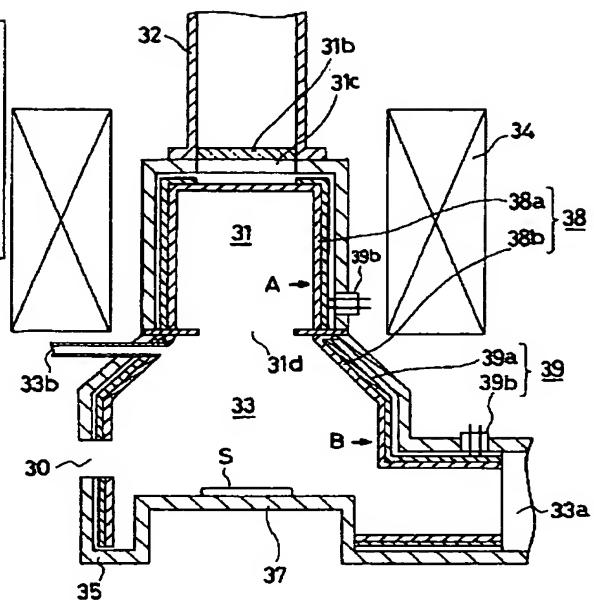
[図 6]



【図 5】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int.CI.<sup>6</sup>  
H 0 1 L 21/3065  
21/31  
H 0 5 H 1/46  
// G 0 1 R 33/64

識別記号 庁内整理番号  
C C 9216-2G

F I  
G 0 1 N 24/14  
B